

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1. Latar Belakang**

Air susu didefinisikan sebagai cairan yang dihasilkan oleh kelenjar *mammæ* hewan betina. Susu hewan yang umum dikonsumsi ialah susu sapi, susu kambing, dan susu kuda. Tetapi, istilah susu dalam menu sehari-hari biasanya selalu ditujukan pada susu sapi. Susu sapi yang berasal dari pemerahan sangat mudah terkontaminasi oleh mikroorganisme patogen yang dapat merusak kualitas susu. Kerusakan pada susu disebabkan oleh terbentuknya asam laktat sebagai hasil fermentasi laktosa oleh *koli*. Fermentasi oleh bakteri ini akan menyebabkan aroma susu menjadi berubah dan tidak disukai oleh konsumen. Meskipun susu segar telah diproses, tetap harus segera diminum dan habis saat itu juga karena dalam suhu ruang masa simpan susu tidak lebih dari 2 jam. Hal ini disebabkan karena mikroba – mikroba yang ada di udara bebas akan merusak susu. Oleh karena itu, diperlukan proses pengolahan lebih lanjut pada susu. Proses pengolahan susu bertujuan untuk memperoleh susu yang beraneka ragam, berkualitas tinggi, berkadar gizi tinggi, tahan simpan, mempermudah pemasaran dan transportasi, sekaligus meningkatkan daya guna bahan mentahnya.

Umumnya susu mempunyai kandungan lemak yang cukup tinggi sehingga dapat menyebabkan penyakit kolesterol serta memiliki kandungan kalori yang cukup tinggi sehingga jika dikonsumsi berlebihan akan menyebabkan peningkatan berat badan yang berlebihan pula. Oleh sebab itu pembuatan susu tanpa lemak

(susu skim) perlu dikembangkan lebih lanjut. Susu skim adalah susu yang bagian lemak (krim) nya diambil sebagian atau seluruhnya pada waktu didiamkan atau dipisahkan dengan alat *centrifugal separator*. Proses pengurangan bagian lemak dari susu ini akan menghasilkan produk olahan susu yang kandungan kalornya lebih rendah dari susu segar sehingga cocok dikonsumsi bagi orang yang sedang diet rendah kalori. Selain itu, susu skim merupakan sumber kalsium yang paling kaya sehingga dapat digunakan untuk menghindari resiko *osteoporosis*. Susu skim juga mengandung potasium, fosfor, *niacin* dan riboflavin yang sangat penting untuk kesehatan.

Mengingat susu skim selain mempunyai keunggulan tidak menimbulkan kolesterol dalam darah sehingga dapat mempertahankan kesehatan dan vitalitas tubuh dibandingkan dengan susu jenis lainnya, susu skim ini juga sangat baik digunakan untuk membuat adonan roti, karena selain mudah tercampur dengan tepung, resiko penggumpalannya juga sangat rendah.

Saat ini kebutuhan akan susu dapat dipenuhi dalam berbagai bentuk, baik sebagai susu murni maupun dalam bentuk hasil olahan. Ada beberapa cara pengolahan susu yang dapat digunakan, namun cara yang paling efektif dan efisien adalah dengan mengubah susu segar menjadi susu bubuk. Selain lebih praktis (mudah dalam transportasi), masa simpan susu bubuk juga lebih lama bila dibandingkan dengan susu pengolahan dalam bentuk cair. Susu bubuk akan lebih sulit terkontaminasi mikroorganisme dibandingkan dengan susu cair.

Karena berbagai pertimbangan diatas maka direncanakan pendirian pabrik **"SUSU BUBUK SKIM"**.

## **I.2. Bahan Baku dan Produk**

### **I.2.1 Bahan Baku**

#### **I.2.1.1 Susu Segar**

Susu merupakan satu-satunya sumber nutrisi untuk semua mamalia yang baru dilahirkan, termasuk manusia. Dalam teknologi pengolahan susu, istilah susu semata-mata berhubungan dengan susu sapi yang diambil dari sejumlah besar (biasanya ratusan) sapi sehat. Susu dari sumber lain harus diberi label berdasarkan spesies dari hewan tersebut, contohnya susu kambing. <sup>(1)</sup>

Seekor sapi dapat diperah kira-kira 10 bulan setelah kelahiran anak sapi. Komposisi dan sifat susu berubah selama periode laktasi ini berjalan. Kolostrum (susu kolostral) diperoleh selama hari pertama setelah kelahiran, mengandung antibodi dengan konsentrasi tinggi yang melindungi anak sapi yang baru lahir dalam melawan infeksi. Kolostrum menjadi tidak stabil ketika dipanaskan, sehingga tidak cocok untuk konsumsi. <sup>(1)</sup>

Susu segar adalah larutan emulsi yang mengandung air, protein, karbohidrat, lemak, mineral, enzim, hormon, dan komponen sel. Komposisi susu sapi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kondisi sapi, umur dan keturunannya, tipe makanan yang diperoleh (dari kandang sapi atau padang rumput), komposisi makanan sapi, musim, dan tingkat menyusui. Konsentrasi unsur susu bervariasi diantara spesies hewan, yang dapat dilihat pada tabel 1.1 di bawah ini <sup>(1)</sup> :

**Tabel 1.1 Komposisi Susu dari Beberapa Variasi Hewan <sup>(1)</sup>**

| Hewan          | % Berat |         |         |      |     |
|----------------|---------|---------|---------|------|-----|
|                | Air     | Protein | Laktosa | Fat  | Abu |
| Sapi           | 87,3    | 3,4     | 4,8     | 3,8  | 0,7 |
| Kambing        | 87,0    | 3,5     | 4,3     | 4,2  | 0,9 |
| Domba          | 80,7    | 5,2     | 4,8     | 7,9  | 0,9 |
| Kerbau (Mesir) | 82,1    | 4,2     | 4,9     | 8,0  | 0,8 |
| Kerbau (India) | 82,8    | 3,6     | 5,5     | 7,4  | 0,8 |
| Unta           | 87,6    | 3,0     | 3,3     | 5,4  | 0,7 |
| Kuda           | 89,0    | 2,7     | 6,1     | 1,6  | 0,5 |
| Keledai        | 89,0    | 2,0     | 6,1     | 2,5  | 0,4 |
| Rusa Kutub     | 63,3    | 10,3    | 2,5     | 22,5 | 1,4 |

### Komponen Susu

Susu sebagian besar terdiri dari air, yaitu mencapai 87,3 %. Selain air, susu juga mengandung banyak komponen yang dibutuhkan tubuh seperti dijelaskan sebagai berikut :

- **Lemak**

Lemak susu yang utama adalah trigliserida asam lemak (98-99%). Terdapat 200 asam lemak yang dikenal, namun hanya 15 yang jumlahnya lebih besar dari 1%. Asam lemak yang utama adalah asam lemak jenuh dan tidak jenuh dengan nomor atom Karbon dari C<sub>4</sub> sampai C<sub>18</sub>. Kandungan asam lemak tak jenuh bervariasi berdasarkan musim dan makanan, yang dapat dihitung menggunakan *iodine number* (gr Iodine yang terikat oleh 100 gr lemak). Komposisi asam – asam lemak dalam susu secara lengkap dapat dilihat pada tabel 1.2 di bawah ini <sup>(1)</sup>.

**Tabel 1.2 Komposisi Asam Lemak dalam Lemak Susu <sup>(1)</sup>**

| Asam Lemak                       | Kandungan (% berat) |
|----------------------------------|---------------------|
| Butyric (C <sub>4</sub> )        | 3,6                 |
| Capronic (C <sub>6</sub> )       | 2,3                 |
| Caprylic (C <sub>8</sub> )       | 1,3                 |
| Capric (C <sub>10</sub> )        | 2,7                 |
| Lauric (C <sub>12</sub> )        | 3,3                 |
| Myristic (C <sub>14</sub> )      | 10,7                |
| Myristoleic (C <sub>14:1</sub> ) | 1,4                 |
| Pentadecoic (C <sub>15</sub> )   | 1,2                 |
| Palmitic (C <sub>16</sub> )      | 27,6                |
| Palmitoleic (C <sub>16:1</sub> ) | 2,6                 |
| Margaric (C <sub>17</sub> )      | 0,9                 |
| Stearic (C <sub>18</sub> )       | 10,1                |
| Oleic (C <sub>18:1</sub> )       | 26,0                |
| Linoleic (C <sub>18:2</sub> )    | 2,5                 |
| Linolenic (C <sub>18:3</sub> )   | 1,4                 |

Terpisah dari trigliserida, lemak susu mengandung 0,2-1% *phospholipides* (*lecithin*, *cephalin*, dan *sphingomyelin*); 0,25-0,4% sterols (kolesterol dan lanosterol).

Lemak susu digambarkan sebagai emulsi globula (diameter 2-10 µm) yang dapat dilihat di bawah mikroskop. Lemak dalam globula berwujud cair pada suhu di atas 40°C dan padat pada suhu di bawah - 40°C, diantara batas ini terdapat campuran kristal dan minyak. Ukuran distribusi globula bergantung pada keturunan sapi, makanan, dan fase menyusui. Sedangkan stabilitas dan sifat globula lemak susu bergantung pada lapisan tipis (membran) yang tersusun atas

lemak dan protein. Membran juga mengandung sejumlah besar enzim dan unsur (*cooper*).<sup>(1)</sup>

- **Protein**

Protein susu terbagi menjadi dua kelompok utama yaitu kasein dan protein *whey*. Kasein (protein utama susu) mengandung asam fosfat yang terikat (0,85% P), seperti halnya kalsium, potasium, sitrat, *silaic acid*, dan gula (galaktosa dan galaktosamide). Kasein mempunyai titik isoelektrik 4,6 dan terdiri dari 4 fraksi yang dapat dipisahkan dengan elektroforesis dalam urea atau dengan kromatografi. Berbeda dengan serum protein, kasein tidak dapat mengalami denaturasi oleh panas. Hal ini disebabkan karena strukturnya yang ringan dan mudah lepas. Tetapi kasein menunjukkan perubahan selama proses yang hanya ditunjukkan selama produksi dan penyimpanan.<sup>(1)</sup>

Protein *whey* merupakan sisa protein dalam supernatan setelah presipitasi (turunnya) kasein pada pH 4,6. *Whey* protein mengandung  $\beta$ -lactoglobulin,  $\alpha$ -lactalbumin, serum albumin, imunoglobulins, proteose-peptone, dan pelengkap protein. Semua substansi ini terdenaturasi pada suhu  $> 70^{\circ}\text{C}$ . Hal ini ditunjukkan oleh penurunan kelarutan protein, sehingga akan turun pada pH 4,6 bersama dengan kasein. Penentuan derajat denaturasi *whey* dapat menggunakan ukuran analitis untuk penetapan intensitas pemanasan pada susu.<sup>(1)</sup>

- **Laktosa**

Karbohidrat dalam susu yang banyak ditemukan pada mamalia adalah gula susu (laktosa), disakarida yang terdiri dari sebuah molekul  $\beta$ -galaktosa dan sebuah molekul  $\alpha$ - atau  $\beta$ -glukosa. <sup>(1)</sup>

- **Mineral**

Mineral dalam susu tidak seluruhnya ada dalam larutan, tetapi sebagian dalam dispersi koloid dan terikat pada protein. Komposisi mineral dalam susu sapi dapat dilihat pada tabel 1.3. Kalsium, magnesium, fosfat, dan ion sitrat berinteraksi dengan *micelles* protein. Peningkatan kalsium, fosfor, natrium, dan klorida terjadi pada akhir menyusui (laktasi). <sup>(1)</sup>

**Tabel 1.3 Komposisi mineral dalam susu sapi <sup>(1)</sup>**

| Komponen  | konsentrasi (gr/L) |
|-----------|--------------------|
| Kalsium   | 1,2                |
| Magnesium | 0,12               |
| Potasium  | 1,5                |
| Sodium    | 0,5                |
| Fosfat    | 3,0                |
| Sitrat    | 1,8                |
| Klorida   | 1,0                |

Susu juga mengandung sejumlah besar unsur yang dapat dilihat pada tabel 1.4. Unsur (*trace elements*) biasanya tidak terdapat dalam bentuk ion bebas.



namun terikat pada protein dan lemak. *Copper*, besi, *zinc*, dan mangan terdapat dalam membran globula lemak. *Trace elements* juga sangat penting dipertimbangkan sebagai unsur dalam enzim dan vitamin. *Copper* dan lebih luas lagi, besi memegang bagian dalam reaksi oksidasi dari lemak susu. <sup>(1)</sup>

**Tabel 1.4 Unsur yang khas dalam susu sapi <sup>(1)</sup>**

| Unsur      | Jumlah (µg/L) |
|------------|---------------|
| Aluminium  | 600           |
| Boron      | 300           |
| Copper     | 120           |
| Besi       | 530           |
| Mangan     | 50            |
| Molybdenum | 55            |
| Nikel      | 25            |
| Silicon    | 2600          |
| Zinc       | 3600          |
| Strontium  | 350           |
| Fluorine   | 125           |
| Iodine     | 75            |

- **Vitamin**

Susu mengandung semua vitamin esensial karena merupakan satu-satunya sumber nutrisi untuk mamalia yang baru lahir. Tetapi, tidak semua vitamin ada dalam jumlah yang cukup. Untuk lebih jelasnya, jenis-jenis vitamin yang terdapat dalam susu dapat dilihat pada tabel 1.5 di bawah ini : <sup>(1)</sup>

**Tabel 1.5 Kandungan Vitamin dalam Susu Sapi <sup>(1)</sup>**

| Vitamin                     | Jumlah (mg/L) |
|-----------------------------|---------------|
| A                           | 0,5           |
| B <sub>1</sub> (tiamin)     | 0,4           |
| B <sub>2</sub> (riboflavin) | 1,7           |
| B <sub>6</sub> (pyridoxin)  | 0,5           |
| B <sub>12</sub> (cobalamin) | 0,005         |
| C (asam askorbat)           | 10            |
| D (kalsiferol)              | 0,001         |
| E (tocopherol)              | 1,4           |
| H (biotin)                  | 0,04          |
| K                           | 0,03          |
| Karoten                     | 0,2           |
| Asam folat                  | 0,05          |
| Inositol                    | 180           |
| Niasin                      | 1             |
| Pantothenic acid            | 4             |

Susu menyediakan persediaan vitamin A, B<sub>2</sub>, dan B<sub>12</sub> yang baik, sedikit B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, dan *pantothenic acid*, hanya sedikit jumlah vitamin E, asam folat, biotin, dan vitamin C. Kandungan karoten, vitamin A, D, dan E, dapat dipengaruhi oleh makanan hewan. Vitamin D meningkat dengan menggembalakan sapi di bawah sinar matahari. Dalam industri, proses pengolahan susu (pemanasan, pengeringan, dan penyimpanan) dapat merusak vitamin yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, lama pemanasan, pH, kehadiran oksigen, cahaya, dan katalis. Vitamin tertentu juga penting sebagai antioksidan, sebagai contoh adalah *tocopherols* dan *ascorbhyl palmitat*. Asam askorbat dapat dioksidasi dengan mudah

sehingga digunakan sebagai antioksidan, tetapi dapat juga membentuk *metal chelates* yang dapat menyerap dan melepas oksigen dengan cepat, oleh karena itu dapat mempercepat oksidasi lemak. <sup>(1)</sup>

### Jenis – Jenis Susu

Menurut cara mengolahnya, susu dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu:

a. *Evaporated dan Condensed Milk*

Susu jenis ini diproduksi dengan mengurangi kadar air susu pada keadaan vakum, diikuti dengan pengemasan dan sterilisasi dalam kaleng. Susu dikondensasi sampai setengah dari volumenya dalam *single-* atau *multiple-effect evaporators*. Sebelum dan sesudah evaporasi, dilakukan proses standarisasi. Susu akhir harus mempunyai kandungan lemak 7,9% dan total susu padatan 25,9% (termasuk lemak). Proses utamanya adalah sterilisasi dalam kontainer pada 116-118°C selama 15-20 menit. Setelah itu, susu didinginkan menggunakan air dingin sebagai media pendingin selama 15 menit. Susu evaporasi dapat digunakan untuk pabrik es krim, roti, dan produk permen. <sup>(2)</sup>

b. *Sweetened Condensed Milk*

Susu jenis ini tidak disterilisasi, namun ditambahkan gula sebagai pengawet yang menggantikan proses sterilisasi. Produk akhir susu ini

mengandung 8,5% lemak, 28% total padatan (termasuk lemak), dan 43-45% gula. <sup>(2)</sup>

c. *Dry Milk* (susu bubuk)

Susu jenis ini dapat mengurangi biaya transportasi, daya simpannya lama, dan dapat digunakan untuk perusahaan makanan. Susu bubuk pada umumnya dibuat menggunakan proses *spray* (pengeringan). Kadar air *nonfat dry milk* adalah  $\leq 5\%$  untuk nilai standar dan  $\leq 4\%$  untuk nilai ekstra. *Dry whole milk* mengandung  $\leq 3\%$  kadar air. Sebelum proses evaporasi dan pengeringan, dilakukan klarifikasi dan homogenisasi. Homogenisasi *whole milk* dilakukan pada suhu 63-74°C dengan tekanan 17-24 MPa (2500-3500 psi). Sifat-sifat kimia susu bubuk dapat dilihat pada tabel 1.6 <sup>(2)</sup>.

d. *Buttermilk*

*Buttermilk* dapat digunakan sebagai bahan makanan, atau mungkin dikeringkan kemudian digunakan untuk pembuatan roti. *Buttermilk* dari proses pengadukan mengandung 91% air dan 9% total padatan. Total padatan mengandung laktosa (4,5%), zat nitrogen (3,4%), abu (0,7%), dan lemak (0,4%). Kebanyakan *buttermilk* diproduksi dengan fermentasi susu skim, sering juga ditambahkan *cream*. Pengaruh suhu proses yang tinggi dan asam laktat menyebabkan *buttermilk* mudah dicerna <sup>(2)</sup>

**Tabel 1.6 Sifat Kimia susu bubuk <sup>(2)</sup>**

| Sifat Kimia                                  |                             |
|--|-----------------------------|
| Kadar air ( <i>nonfat</i> )                  | 4-5 (% berat)               |
| <i>Bulk density</i>                          |                             |
| • Menggunakan <i>drum</i> ( <i>nonfat</i> )  | 0,3-0,5 g/cm <sup>3</sup>   |
| • Menggunakan <i>spray</i> ( <i>nonfat</i> ) | 0,5-0,6 g/cm <sup>3</sup>   |
| <i>True density</i>                          |                             |
| • Susu bubuk                                 | 1,31-1,32 g/cm <sup>3</sup> |
| • Susu bubuk tanpa lemak ( <i>nonfat</i> )   | 1,44-1,46 g/cm <sup>3</sup> |
| Tekanan uap                                  |                             |
| • <i>Nonfat</i> , kadar air 5%, 38°C         | 1,17 kPa                    |
| • Kadar lemak 13%, kadar air 5%, 38°C        | 0,75 kPa                    |
| <i>Specific heat</i>                         | 1,04                        |
| <i>Thermal Conductivity</i> (k)              |                             |
| • 40°C                                       | 0,05 W/(m.K)                |
| • 65°C                                       | 0,06 W/(m.K)                |

## e. Keju

Pembuatan keju didasarkan pada koagulasi kasein susu, atau *whey* protein. Kasein diendapkan dengan penambahan asam, yang dilengkapi dengan pengasaman alami oleh susu. Hal-hal yang mempengaruhi produk akhir dan perlu dipertimbangkan adalah komposisi dan penanganan susu segar, bakteri dan *starter*, pemanasan, penambahan rasa, penggaraman, dan pembentukan produk akhir. <sup>(2)</sup>

*f. Yogurt (susu asam)*

*Yogurt* adalah produk susu yang difermentasi menggunakan bakteri penghasil asam laktat, yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Pembuatan *yogurt* ini hampir sama dengan *buttermilk*. Pertama-tama susu dengan kandungan lemak 1-5% dan kandungan SNF (*Solid Non-fat*) 11-14% dipanaskan pada suhu 82°C kemudian didiamkan selama 30 menit. Setelah homogenisasi, susu didinginkan sampai sekitar 43-46°C dan diinokulasi dengan 2% kultur. Produk diinkubasi pada suhu 43°C selama 3 jam dalam inkubator. *Yogurt* didinginkan dan didiamkan pada suhu  $\leq 4,4^{\circ}\text{C}$ . Produk harus dititrasi kadar asam 1-1,2% dan pH 4,3-4,4. Titrasi kadar keasaman ini menunjukkan persentase asam laktat yang ditentukan dengan jumlah NaOH 0,1 N/100 mL untuk menetralkannya. <sup>(2)</sup>

## Sifat Fisik dan Kimiawi Susu

### 1. Sifat Kimiawi Susu

Sifat-sifat kimiawi susu dapat dilihat pada tabel 1.7 <sup>(2)</sup>.

### 2. Sifat Fisik Susu

Sifat fisik susu meliputi warna, bau, rasa, dan daya cerna air susu.

- Warna air susu

Warna air susu berkisar dari putih kebiruan hingga kuning keemasan.

Warna putih merupakan hasil dispersi dari refleksi cahaya oleh globula

lemak dan partikel koloidal dari *casein* dan *calcium phosphat*. Warna kuning karena lemak dan *caroten* yang dapat larut. Bila lemak diambil dari susu maka susu akan menunjukkan warna kebiruan. <sup>(3)</sup>

- Rasa dan bau air susu

Kedua komponen ini sangat erat hubungannya dalam penentuan kualitas air susu. Air susu terasa sedikit manis karena adanya laktosa, sedangkan rasa asin berasal dari klorida, sitrat dan garam-garam mineral lainnya. <sup>(3)</sup>

- Daya cerna air susu

Air susu mengandung bahan/zat makanan yang secara totalitas dapat dicerna, diserap dan dimanfaatkan tubuh dengan sempurna. <sup>(3)</sup>

**Tabel 1.7 Sifat-sifat kimiawi susu <sup>(2)</sup>**

| Sifat   | Nilai                    |
|---|--------------------------|
| Densitas pada suhu 20°C dengan kadar lemak rata-rata 3-5% | 1,032 gr/cm <sup>3</sup> |
| Densitas serum susu pada 20°C dengan kadar lemak 0,025%   | 1,035 gr/cm <sup>3</sup> |
| Titik beku  | -0,54°C                  |
| Titik didih   | 100,17°C                 |
| <i>Specific heat</i> pada 15°C                            |                          |
| • <i>Skim milk</i>  | 3,94                     |
| • <i>Whole milk</i>                                       | 3,92                     |
| • 40% <i>cream</i>  | 3,22                     |
| • Lemak   | 1,95                     |
| Viskositas pada 20°C                                      |                          |
| • <i>Skim milk</i>  | 1,5 cP                   |
| • <i>Whole milk</i>                                       | 2,0 cP                   |
| • <i>Whey</i>   | 1,2 cP                   |
| Tegangan permukaan <i>whole milk</i> pada 20°C            | 50 N/m                   |
| PH  | 6,3-6,9                  |

## I.2.2 Produk

### I.2.2.1 Susu Bubuk Skim

Susu bubuk berasal dari susu segar baik dengan atau tanpa rekombinasi dengan zat lain seperti lemak atau protein yang kemudian dikeringkan. Umumnya pengeringan dilakukan dengan menggunakan *spray dryer* atau *roller dryer*. Umur simpan susu bubuk maksimal adalah 2 tahun dengan penanganan yang baik dan benar. Susu bubuk dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu susu bubuk berlemak (*full cream milk powder*), susu bubuk rendah lemak (*partly skim milk powder*) dan susu bubuk tanpa lemak (*skim milk powder*) (SNI 01-2970-1999). <sup>(6)</sup>

Susu skim dapat diartikan sebagai susu segar dimana lemaknya telah dipisahkan hingga mencapai hampir seperseratus. Susu skim juga dikenal sebagai susu tanpa lemak atau susu bebas lemak dengan komposisi protein yang tinggi, yang berasal dari 36% kandungan padatnya. Susu bubuk skim mengandung 5% atau kurang kandungan air dan lemak tidak lebih dari 1,5% dan merupakan produk samping dari pemisahan *butterfat* (lemak mentega) dari susu *full cream*. <sup>(9)</sup>

Susu skim mengandung semua zat makanan dari susu kecuali lemak dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak. Krim dan susu skim dapat dipisahkan dengan *separator*. Alat ini bekerja berdasarkan gaya *centrifuge*. Krim (kepala susu) adalah bagian susu yang banyak mengandung lemak yang timbul ke bagian atas pada waktu susu didiamkan atau dipisahkan dengan alat pemisah. Pemisahan krim dan susu skim dapat terjadi karena adanya perbedaan berat jenis. Krim mempunyai berat jenis yang rendah karena banyak mengandung lemak. Susu skim



mempunyai berat jenis yang tinggi karena banyak mengandung protein, sehingga dalam sentrifugasi akan berada di bagian bawah. <sup>(9)</sup>

Susu skim dapat dikonsumsi oleh orang yang menginginkan nilai kalori rendah di dalam makanannya, karena susu skim hanya mengandung 55% dari seluruh energi susu. Susu skim tidak digunakan untuk makanan bayi tanpa adanya pengawasan gizi karena tidak adanya lemak dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak. Susu skim dapat digunakan sebagai bahan tambahan makanan, dan dapat diolah kembali menjadi keju, yogurt, dan es krim dengan kadar lemak yang rendah. <sup>(9)</sup>

**Tabel 1.8. Komposisi Susu Skim dan Susu Bubuk Skim <sup>(9)</sup>**

| <b>Komposisi</b> | <b>Susu skim/100 gr</b> | <b>Susu bubuk skim/100 gr</b> |
|------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Kalori ( kal)    | 36                      | 362                           |
| Air (g)          | 90,5                    | 3,5                           |
| Protein(g)       | 3,5                     | 35,6                          |
| Lemak (g)        | 0,1                     | 1,0                           |
| Karbohidrat (g)  | 5,1                     | 52,0                          |
| Kalsium (mg)     | 122                     | 1300                          |
| Fosfor (mg)      | 97                      | 1030                          |
| Besi (mg)        | 0,1                     | 0,6                           |
| Vit A (SI)       | sedikit                 | 40                            |
| Vit B1 (mg)      | 0,04                    | 0,35                          |
| Vit c (mg)       | 1                       | 7                             |

### **1.2.2.2.Keunggulan Produk**

Susu bubuk skim yang diproduksi mempunyai kandungan vitamin E yang lebih banyak bila dibandingkan dengan susu bubuk skim yang lain. Penambahan vitamin E ini dilakukan karena beberapa kelebihanannya, yaitu dapat mencegah kanker, meremajakan kulit dan merupakan zat anti oksidan yang penting bagi tubuh manusia.

### **1.3. Penentuan Kapasitas**

Pabrik susu skim yang akan didirikan, diperkirakan telah berdiri dan siap untuk melakukan proses produksi mulai tahun 2009. Kebutuhan susu skim pada tahun 2009 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

**Jumlah susu bubuk skim yang masih dibutuhkan =**

**kebutuhan konsumsi masyarakat – (produksi susu bubuk skim di dalam negeri+ impor)**

Nilai-nilai dari variabel di atas dapat diperkirakan melalui perhitungan dengan mengacu pada data dari tahun 1999 – 2003.

Kebutuhan, produksi dalam negri, dan impor susu bubuk skim serta produksi susu segar di Indonesia dari tahun 1999 - 2003 dapat dilihat pada data yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik (BPS). Untuk data dari tahun 2004 – 2009 dapat dihitung menggunakan sigma plot. Data – data tersebut dapata dilihat pada tabel 1.9 – 1.16 berikut ini :

**Tabel 1.9 Jumlah Kebutuhan Susu Skim yang di Konsumsi Masyarakat<sup>(32)</sup>**

| Tahun | Jumlah Konsumsi (kg) | Penurunan / Kenaikan (%) |
|-------|----------------------|--------------------------|
| 1999  | 18.585.181           | -                        |
| 2000  | 134.018.117          | 86,13                    |
| 2001  | 32.030.795           | - 76,10                  |
| 2002  | 3.371.305.181        | 99,05                    |
| 2003  | 4.127.576.139        | 18,32                    |

Pada Tabel 1.9 terlihat bahwa jumlah kebutuhan susu bubuk skim di Indonesia mengalami kenaikan dan dengan perhitungan menggunakan rumus *Modified Single, 2 Parameter* :

$$\text{Jumlah konsumsi} = \exp(0,5501 * (\text{tahun} - 1962,6023))$$

$$\text{dengan } R^2 = 0,9122$$

diperoleh data berikut ini :

**Tabel 1.10 Jumlah Kebutuhan Susu Skim yang di Konsumsi Masyarakat untuk Tahun 2004-2009**

| Tahun | Jumlah Konsumsi (kg) |
|-------|----------------------|
| 2004  | 7.764.863.931        |
| 2005  | 13.459.819.756       |
| 2006  | 23.331.606.256       |
| 2007  | 40.443.621.115       |
| 2008  | 70.106.038.605       |
| 2009  | 121.523.654.740,53   |

Dari data di atas, dapat dilihat bahwa pada tahun 2009 jumlah kebutuhan susu bubuk skim adalah sebanyak 121.523.654.740,53 kg.

**Tabel 1.11 Jumlah Produksi Susu Bubuk Skim di Indonesia<sup>(32)</sup>**

| Tahun | Jumlah Produksi (kg) | Penurunan / Kenaikan (%) |
|-------|----------------------|--------------------------|
| 1999  | 805.930              | -                        |
| 2000  | 1.158.920            | 30,46                    |
| 2001  | 1.668.844            | 30,56                    |
| 2002  | 2.423.161            | 31,13                    |
| 2003  | 3.586.278            | 32,43                    |

Data jumlah produksi susu bubuk skim dari tahun 2004 – 2009 dapat dilihat pada tabel 1.12 yang dihitung menggunakan rumus *Modified Single. 2* Parameter di bawah ini :

$$\text{Jumlah produksi} = \exp(0,3779 * (\text{tahun} - 1963,0773))$$

$$\text{dengan } R^2 = 0,9997$$

**Tabel 1.12 Jumlah Produksi Susu Bubuk Skim di Indonesia untuk Tahun 2004-2009**

| Tahun | Jumlah Produksi (kg) |
|-------|----------------------|
| 2004  | 5.202.700,262        |
| 2005  | 7.591.868,741        |
| 2006  | 11.078.184,03        |
| 2007  | 16.165.474,63        |
| 2008  | 23.588.935,61        |
| 2009  | 34.421.376,18        |

Jadi, jumlah produksi susu bubuk skim pada tahun 2009 diperkirakan mencapai 34.421.376,18 kg

**Tabel 1.13 Jumlah Produksi Susu Sapi Segar di Indonesia**

(BPS)

| Tahun | Jumlah Produksi (kg) | Penurunan / Kenaikan (%) |
|-------|----------------------|--------------------------|
| 1999  | 256.842.516          | -                        |
| 2000  | 301.769.162          | 14,89                    |
| 2001  | 142.138.791          | - 52,90                  |
| 2002  | 299.402.042          | 52,53                    |
| 2003  | 378.512.649          | 20,90                    |

Data jumlah produksi susu segar dari tahun 2004 – 2009 dapat dilihat pada tabel 1.14 yang dihitung menggunakan rumus *Modified Single, 2 Parameter* di bawah ini :

$$\text{Jumlah Produksi} = \exp(0,0901 * (\text{tahun} - 1783,8363))$$

$$\text{dengan } R^2 = 0,9759$$

Dari data pada tabel 1.14, dapat diperkirakan jumlah produksi susu segar di Indonesia pada tahun 2009 adalah 646.607.078,2kg.

**Tabel 1.14 Jumlah Produksi Susu Sapi Segar di Indonesia untuk tahun 2004  
- 2009**

| Tahun | Jumlah Produksi (kg) |
|-------|----------------------|
| 2004  | 412.088.780,2        |
| 2005  | 450.942.037,8        |
| 2006  | 493.458.524,6        |
| 2007  | 539.983.623,4        |
| 2008  | 590.895.280,9        |
| 2009  | 646.607.078,2        |

**Tabel 1.15 Jumlah Impor Susu Bubuk Skim di Indonesia<sup>(32)</sup>**

| Tahun | Jumlah Impor (kg) | Penurunan / Kenaikan (%) |
|-------|-------------------|--------------------------|
| 1999  | 1.821.735         |                          |
| 2000  | 1.785.431         | - 2,03                   |
| 2001  | 2.610.604         | 31,61                    |
| 2002  | 1.962.186         | - 33,05                  |
| 2003  | 2.776.402         | 29,33                    |

Data jumlah impor susu bubuk skim dari tahun 2004 – 2009 dapat dilihat pada tabel 1.16 yang dihitung menggunakan rumus *Modified Single, 2 Parameter* di bawah ini :

$$\text{Jumlah Impor} = \exp(0,106 * (\text{tahun} - 1863,613))$$

$$\text{dengan } R^2 = 0,8623$$

**Tabel 1.16 Jumlah Impor Susu Bubuk Skim Indonesia untuk tahun 2004 – 2009**

| <b>Tahun</b> | <b>Jumlah Impor (kg)</b> |
|--------------|--------------------------|
| 2004         | 2.902.322,975            |
| 2005         | 3.226.866,176            |
| 2006         | 3.587.700,407            |
| 2007         | 3.988.883,799            |
| 2008         | 4.434.928,27             |
| 2009         | 4.930.850,271            |

Dari data di atas, dapat diperkirakan jumlah impor susu bubuk skim di Indonesia pada tahun 2009 adalah 4.930.850,271 kg.

Dari nilai-nilai pada tahun 2009 yang telah diperkirakan di atas, dapat dihitung bahwa kebutuhan susu skim pada tahun 2009 adalah sebagai berikut :

**Jumlah susu bubuk skim yang masih dibutuhkan =**

**kebutuhan konsumsi masyarakat – (produksi susu bubuk skim + impor)**

Jumlah susu bubuk skim yang masih dibutuhkan pada tahun 2009 =

$(121.523.654.740,53) - (34.421.376,18 + 4.930.850,271)$

$= 121.484.302.514,079 \text{ kg}$

$= 121.484.302,51 \text{ ton}$

Dari perhitungan yang telah dilakukan di atas, terlihat bahwa persediaan susu bubuk skim yang ada di Indonesia masih sangat sedikit sekali dibandingkan dengan kebutuhan masyarakat. Oleh karena itu, pabrik yang akan didirikan

memiliki kapasitas produksi 1.533,89 kg/jam yang merupakan 0,01 % dari jumlah kebutuhan susu bubuk skim pada tahun 2009 dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas} = \frac{121.484.302.514,079 \text{ kg / tahun}}{365 \text{ hari / tahun} \times 24 \text{ jam / hari}} \times 0,01\% = 1.533,89 \text{ kg / jam}.$$

Angka ini juga mengacu pada pabrik-pabrik lain sejenis yang telah ada.

Kapasitas yang sudah ada kemudian dimasukkan ke dalam perhitungan neraca massa untuk mendapatkan kapasitas bahan baku yang masuk, yaitu 16.126,52 kg. Untuk mempermudah perhitungan, maka diambil kapasitas bahan baku yang masuk adalah 16.000 kg/jam sehingga didapat kapasitas produksi pabrik susu bubuk skim ini adalah 1.507,7 kg/jam.